

令和 4 年 6 月 29 日現在

機関番号：82727

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04918

研究課題名（和文）多仕様化に基づく顧客対応型製造ビジネスのシステム化に関する研究

研究課題名（英文）A study on systemization of customer-oriented manufacturing business based on product variations

研究代表者

平野 健次（HIRANO, Kenji）

独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力開発総合大学校（能力開発院、基盤整備センター）・能力開発院・教授

研究者番号：30648928

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、多様な顧客の要望に対応する製造ビジネスのシステム化として、品目群の構造を決定する際に有効となる用途・使用条件を用いた製品仕様の設計指針と、製品仕様のパターンを考慮したマスターデータの可視化方法を確立し、受注・生産段階で多仕様製品を有効に扱う管理方法を提案した。また、AIとBRMSを組み合わせた利用方法を提案し、多仕様製品を扱う場合の業務簡素化の効果を示した。さらに、製造ビジネスの経験情報を蓄積する方法のシステム化を行い、産業界での適用や教育訓練教材として有効に活用できるようにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マス・カスタマイゼーションを考慮して、多仕様製品の取扱いが増加すると、マスターデータの構築がより一層重要となる。この課題を念頭におき、統合工程部品表を用いてマスターデータを可視化する方法を進化させ、仕様の設計や、生産管理業務の簡素化の道筋を示したことで、さらには提案した方法を用いて、顧客の要求に柔軟に対応できる顧客対応型製造ビジネスの実現に貢献できる可能性を示したことである。

研究成果の概要（英文）：As systemizing the manufacturing business to meet diverse customer demands, this study established a guideline for designing product variations using "use and its conditions", which is effective in determining the structure of item groups, and a visualization method for master data considering patterns of product variations, and proposed a management method to handle product variations effectively from the order to the production stage. Furthermore, this study proposed a method of utilizing AI in combination with BRMS, and showed its effectiveness simplifying operations when handling the various options. In addition, we systematized a method for accumulating experience information in the manufacturing business so that it can be effectively applied in industry and used as educational materials.

研究分野：社会システム工学・安全システム

キーワード：多仕様 生産部品表 マス・カスタマイゼーション 可視化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

顧客の要望にあわせて多品種少量生産を進めていくと製品種類が増え、生産管理などの業務処理も複雑になる。さらに昨今では、IoT やインダストリー4.0[1]をもとに、マス・カスタマイゼーション[2]への取り組みが話題になっている。このような背景のもと、従来の BOM(Bill of Materials)を起点とする生産管理システムを用いて、顧客の要望に応じて製品仕様を増やそうとすると構成データ数の急増に悩まされる[3]。そのため、これを解決する統合工程部品表(FBOM: Fundamental Bill of Manufacturing)[4]の性能を明らかにし、さらに生産部品表の可視化によってマスターデータの設計・構築作業を BOM や従来の FBOM よりも大幅に効率化してきた[5]。しかしながら、より個別性の高い製品をつくる製造ビジネスを考えると、顧客の多様な要望に応えることのできる生産管理の方法や、中堅・中小企業で利用できる生産管理システムは、必ずしも十分とは言えない。特に、日本の工程重視型の製造スタイルを活かすシステム化によって、日本のものづくり力の強化に貢献する必要がある。すなわち、多仕様製品を扱う製造ビジネスを推進する業務に焦点をあて、新たな価値創造を支援できる生産管理業務と生産管理システムが求められると考える。

2. 研究の目的

本研究では、多様な顧客の要望に応えられる製造ビジネスを実現するために、日本の中堅・中小製造企業の特徴である生産工程を重視しながら、顧客の要望に多仕様製品で対応できる生産管理業務のシステム化の提案と、実際の適用例を通じた実装とその評価を行い、提案する方法の有用性を示す。具体的には、顧客の用途を目的と捉え、それを実現するための仕様を設計する考え方と手順、さらには顧客の要望する仕様を抽出できる枠組みを提案すると共に、生産管理業務の簡素化を行うために、AI と BRMS を組み合わせた利用方法を提案する。研究の成果は産業界での適用や、教育訓練の教材として有効に活用する。

3. 研究の方法

本研究では、顧客が選択する仕様を用途・使用条件として定義して使用しており[6]、この用途・使用条件の設計方法や利用手順を確立する。さらに、可視化したプロトタイプに用途・使用条件を実装してマスターデータの構築作業における仕様の取り扱い基盤を確立するとともに、AI と BRMS を用いた業務簡素化の検討を行う。

(1) 最初に、仕様組合せ表現方法の提案により、マスターデータを構築する際の基本的な製品仕様の取り扱う方法を定義する。具体的には、製品や部品を開発、あるいは設計変更するとき、まずは使い方、すなわち「目的」を考え、続いて作り方を考え、その上で仕様を決定するという手順を踏むと適切な製品が実現できる。そのためには、顧客が選択する「仕様」のほかに、「使い方」や「作り方」を情報として登録・更新し、設計・開発者が自由に参照できるようにする必要がある。この枠組みを体系化するために、まず製品仕様の表現方法を確立する。これをマスターデータの可視化に関する研究[4]で開発した可視化のためのツールに適用し、設計や生産、保守などで統一して仕様を活用できるようにする。

(2) 次に、多仕様製品に対応するために、従来、人間が行ってきた顧客との対話による仕様の決定や納期問い合わせなどの業務をシステム化する方法を提案する。本研究では、業務のシステム化として、AI と BRMS を組み合わせて利用する方法を提案する。最初に AI を適用する部分と BRMS を適用する部分を整理し、次に利用方法の提案と複数の事例を通じた実現を示す。

(3) 研究成果については、教育訓練教材に反映すると共に、開発したプロトタイプを産業界で実践する。教育訓練教材の展開については、学部や社会人向けの講義・演習で利用する。また適用企業の問題解決だけでなく、研究成果を広く普及できるように産業界で実践することも試行する。さらに、多様化を目指すビジネスの着想、実践などの情報をビジネスシステムの変遷の過程として BSTM(Business System Transformation Model)[7]に蓄積する情報システムを提案する。具体的なシステムによる事例の蓄積が進めば、類似の製造ビジネスを構築しようとする企業にとって参考になる。

4. 研究成果

本研究では、製品仕様に対する多様な顧客の要望に応えられる製造ビジネスを実現するために、顧客の用途に着目して多仕様製品を扱う方法を提案すると共に、業務簡素化として AI と BRMS を組み合わせた利用方法を提案し、提案方法の有用性を示した。

第1として、製品の多様性を設計するときには、顧客の用途を目的として捉え、それを実現するための仕様を設計する必要がある。本研究では、最初に BOM (Bill of Materials) を扱うことによる問題点と仕様の設計で発生し易い問題点について示し、顧客の要望を目的として捉える用途・使用条件の意義について明らかにした。具体的には、用途・使用条件を用いて製品の仕様を設計する場合の指針と手順を提案し、その結果となる品目群の体系を可視化し、その適用例(図1)を示した。

次に、多仕様製品を具体的に設計するために、仕様組合せ表現方法と仕様組合せパターン表現方法を提案(図2)した。製品仕様を用途・使用条件として扱い、製品仕様を幾つかのパターンで定義し、それらを考慮した統合工程部品表の可視化方法を示すと共に、用途・使用条件の設計方法と利用手順を示した。さらに、生産工程を重視する FBOM の可視化ツールへの実装を行い、受注から生産段階まで統一して扱えることを示した(図3)。

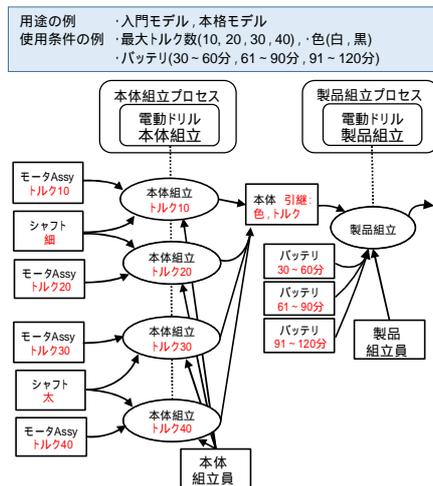


図1 品目群の可視化の例

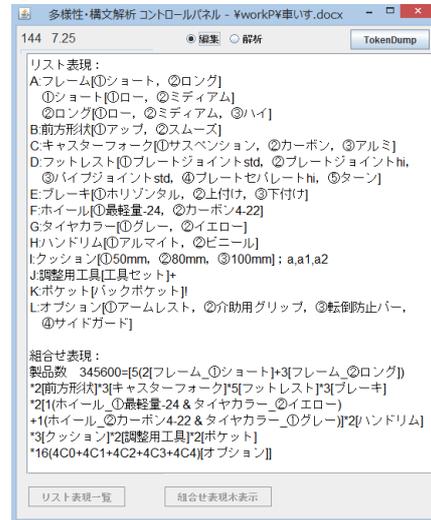


図2 仕様組合せパターン表現方法

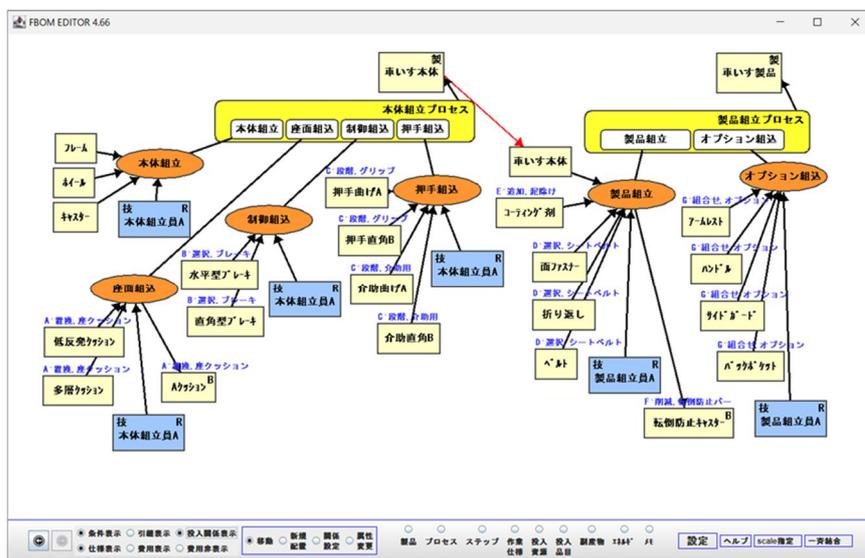


図3 可視化ツールへの実装例

第2として、多仕様製品の取り扱いに伴う業務の増加や複雑化に対して、従来、人間が行ってきた受注・生産業務を、AIとBRMSを用いてシステム化する方法を提案した。AIとBRMSを組み合わせる効果的に利用するポイントとして、AIが得意な領域は、顧客から送られてくる自由文や音声を判断することであり、これらの行為が含まれる業務をAIによりシステム化することである。一方、BRMSの得意な領域は、取引の種類や、製品による条件の違い、ある条件に基づく優先度など、ビジネスルールが明確に定まっている場合に、そのルールをシステム化することである。現状の業務系アプリケーションに埋め込まれているルールを取り出して管理することにより、ビジネスルールの管理が容易になるだけでなく、AIから得られた判断の結果がBRMSの入力データとなるため、特別なアプリケーションの開発が不要になるという利点もある。

本研究では、上記の問題を整理し、AIが得意な部分はAIで処理し、それを基にBRMSを用いて登録したルールから意思決定情報を得るという利用方法を提案した。そして、納期調整や、作業内容の確定処理などの具体的なシステム化の事例を幾つか示すことによって、従来では難しかった業務のシステム化や簡素化を容易に実現できることを示した(図4)。

さらに、多仕様製品を扱う製造ビジネスへの対応として、第1で確立した用途・使用条件の利用方法を用いながら、深層学習を用いて類似の製品仕様を推奨する方法を提案した。これらの研究により、製品仕様の確定に参考となる類似仕様を推奨する基盤を整えることができた。

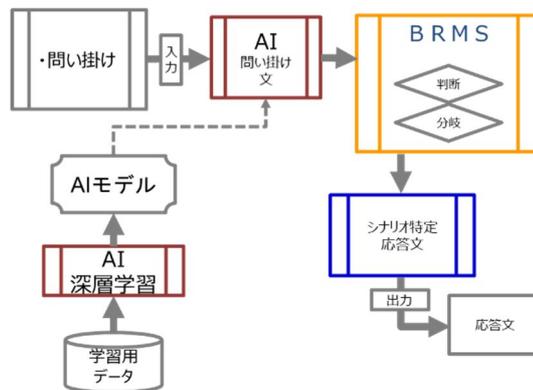


図4 AIとBRMSの利用方法

第3として、経験情報を蓄積して利用するためのBSTM(Business System Transformation Model)[7]を扱う情報システムを提案し、研究途上で収集した製造ビジネスの変遷データの蓄積ができることを示した。また、本研究の成果については、産業界への適用や教育訓練教材として有効に活用できるようにした。

<引用文献>

1. 日経ビジネス編集:『まるわかりインダストリー4.0 - 第4次産業革命 - 』,日系BP社 (2015) .
2. Joseph, B. Pine: Mass Customization, Harvard Business School Press , Brighton (1999).
3. 平野健次, 手島歩三: 「多様性を扱うものづくりマスターデータの整備に関する研究」, 生産管理, 日本生産管理学会論文誌 , Vol.22, No.1, pp. 5-14 (2015).
4. 手島歩三, 平野健次編著, 大塚修彬, 柿谷常彰著: 『ものづくりマネジメントと情報技術』, 静岡学術出版 (2014).
5. 平野健次, 横山真弘, 手島歩三: 『生産管理で扱うマスターデータの可視化に関する研究』, 生産管理:日本生産管理学会論文誌 , Vol. 25, No. 2, pp. 15-26 (2018).
6. 平野健次: 『入門生産マネジメント - 理論とその実際 - 』, 日科技連出版社 (2018).
7. 平野健次, 梅室博行, 「ビジネスシステムトランスフォーメーションモデルとその利用」, 日本経営工学会論文誌, Vol. 54, No. 4 (2003) .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 宮崎大, 平野健次	4. 巻 29(1)
2. 論文標題 仕様組合せパターン表現の可視化に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 生産管理：日本生産管理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 47-59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平野健次, 手島歩三	4. 巻 29(1)
2. 論文標題 受注生産型情報システムの簡素化に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 生産管理：日本生産管理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 61-68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平野健次	4. 巻 Vol. 27, No. 1
2. 論文標題 AIとBRMSの効果的利用に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本生産管理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 pp. 19-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大平智之, 平野健次	4. 巻 Vol. 27, No. 2
2. 論文標題 製品の仕様組合せパターン表現方法に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本生産管理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 pp. 7-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平野健次, 大平智之	4. 巻 Vol.71, No. 3
2. 論文標題 製品の仕様組合せ表現方法に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本経営工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 pp. 123-136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平野健次, 大平智之, 手島歩三	4. 巻 Vol.27, No. 2
2. 論文標題 製品の多様性と仕様設計に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本生産管理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 pp. 39-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 手島 歩三, 柿谷 常彰, 平野健次	4. 巻 Vol.27, No. 2
2. 論文標題 製造ビジネスの知的生産性向上の出発点「販売」 - 需要予測に耐えて日本の製造業が復活するために -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本生産管理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 pp. 153-158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kenji Hirano	4. 巻 Vol. 8, No. 1
2. 論文標題 Information Support and a Visual Software Implementation for Utilizing the Business System Transformation Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Japan Society for Production Management	6. 最初と最後の頁 pp. 13-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirano, K., and Teshima, A.	4. 巻 Vol. 7, No. 1
2. 論文標題 Applying Bill of Process and Event Driven Simulation to the scheduler of production	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Japan Society for Production Management	6. 最初と最後の頁 pp. 29-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平野健次, 手島歩三	4. 巻 Vol. 26, No.2
2. 論文標題 生産マネジメントの非計画的アプローチ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 生産管理: 日本生産管理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 pp. 15-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 田島誠人, 平野健次
2. 発表標題 生産管理システムにおける段階表現の利用方法に関する検討
3. 学会等名 日本生産管理学会第55全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三善裕文, 平野健次
2. 発表標題 FBOMにおける副産物の取扱いに関する検討
3. 学会等名 日本生産管理学会第55全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 手島歩三, 平野健次
2. 発表標題 製造ビジネスの持続的DXのために
3. 学会等名 日本生産管理学会第55全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮崎大, 平野健次
2. 発表標題 生産部品表の変更手順の体系化に関する検討
3. 学会等名 日本生産管理学会第55全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮崎大, 平野健次
2. 発表標題 深層学習とBRMSを用いた納期回答業務に関する検討
3. 学会等名 日本生産管理学会第54回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三善裕文, 平野健次
2. 発表標題 副産物を扱う生産部品表の記述方法に関する研究
3. 学会等名 日本生産管理学会第54回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田島誠人, 平野健次
2. 発表標題 仕様組合せ段階表現の記述方法に関する研究
3. 学会等名 日本生産管理学会第54回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田怜生, 平野健次
2. 発表標題 学習データの特徴に着目したAIによる製品仕様の推奨方法に関する研究
3. 学会等名 日本経営工学会2021春季大会予稿集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田怜生, 平野健次
2. 発表標題 製品仕様をAIで推奨するためのデータ設計に関する研究
3. 学会等名 日本生産管理学会第53回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 須藤涼太, 平野健次
2. 発表標題 AIチャットボットにおける製品仕様の選択容易性に関する検討
3. 学会等名 日本生産管理学会第53回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 手島 歩三, 柿谷 常彰, 平野健次
2. 発表標題 生産管理方式のデジタルトランスフォーメーション(DX)
3. 学会等名 日本生産管理学会第53回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田 怜生, 平野健次
2. 発表標題 製品種別を考慮した製品仕様の推奨方法に関する検討
3. 学会等名 日本生産管理学会第52回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 須藤涼太, 平野健次
2. 発表標題 用途・使用条件を用いた受注シナリオに関する検討
3. 学会等名 日本生産管理学会第52回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 手島 歩三, 柿谷 常彰, 平野健次
2. 発表標題 製造ビジネスの知的生産性向上の出発点「販売」 - 需要不足に耐えて日本の製造業が復活するために -
3. 学会等名 日本生産管理学会第52回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田怜生, 平野健次
2. 発表標題 製品仕様を推奨するAI学習モデルに関する研究
3. 学会等名 日本経営工学会2020秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平野健次
2. 発表標題 AIチャットボットを用いた製品仕様の確定方法に関する研究
3. 学会等名 日本生産管理学会第51回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平野健次
2. 発表標題 AIによる製品仕様の推奨方法に関する研究
3. 学会等名 日本生産管理学会第51回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平野健次
2. 発表標題 仕様組合せ表現に基づく AI リコメンデーションに関する研究
3. 学会等名 日本経営工学会2020春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masahiro Yokoyama and Kenji Hirano
2. 発表標題 A study of the Influence Factors in the Work of BOM Creation
3. 学会等名 The 4rd International Conference on Production Management
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平野健次, 手島歩三
2. 発表標題 受注生産型情報システムの簡素化
3. 学会等名 日本生産管理学会第50回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平智之, 平野健次
2. 発表標題 仕様組合せパターン表現の可視化に関する研究
3. 学会等名 日本生産管理学会第50回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平智之, 平野健次
2. 発表標題 拡張仕様組合せパターン表現の可視化に関する研究
3. 学会等名 日本経営工学会2019秋季大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------